

**ANALISIS PENGARUH *ASH CONTENT* TERHADAP  
PENENTUAN *STICKY TEMPERATURE* DAN *FIRST  
MELTING TEMPERATURE RECOVERY BOILER***

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMAD GAMAL KALIFATULLAH  
012.18.036**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN  
KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
BEKASI  
JULI 2022**

**ANALISIS PENGARUH *ASH CONTENT* TERHADAP  
PENENTUAN *STICKY TEMPERATURE* DAN *FIRST  
MELTING TEMPERATURE RECOVERY BOILER***

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMAD GAMAL KALIFATULLAH  
012.18.036**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN  
KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
BEKASI  
JULI 2022**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhamad Gamal Kalifatullah

NIM : 012.18.036

Tanda Tangan : 

Tanggal : 12 Juli 2022

**ANALISIS PENGARUH *ASH CONTENT* TERHADAP  
PENENTUAN *STICKY TEMPERATURE* DAN *FIRST  
MELTING TEMPERATURE RECOVERY BOILER***

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMAD GAMAL KALIFATULLAH  
012.18.036**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Terapan Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,

Bekasi, 12 Juli 2022

Pembimbing



Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T.

NIK. 19680908201407442

Mengetahui,

Ketua Progran Studi Teknologi Pengelolaan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T.

NIK. 19680908201407442

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung. Selama proses penyusunan Tugas Akhir, saya mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Ayah saya Alm. Taslim Affandi yang sudah memberikan fasilitas Pendidikan yang sangat baik, sehingga anaknya selalu termotivasi untuk membangun ibunya.
- 2) Ibu saya Dra. Setiani Widiastuti seorang single parent yang sudah memberikan semangat berjuang dalam menempuh Pendidikan untuk menjadi seseorang yang mampu berguna bagi orang banyak.
- 3) Kakak dan adik Saya Haji Akbar Prabowo, S. P., dan Farisah Idzni yang selalu memberikan semangat moril, dan selalu memberikan makanan yang terbaik sehingga mampu memotivasi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- 4) Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing saya selama penyusunan Tugas Akhir ini;
- 5) Bapak Indra Gunawan, S.T, selaku HR Academy PT. OKI Pulp and Paper Mill yang telah membantu ketika penempatan untuk pengambilan data penelitian;
- 6) Bapak Idem Brutu, A.Md., Kak Toharudin, A.Md, dan Kak Fristyanto Abdullah, S.Tr., selaku pembimbing lapangan yang telah banyak membantu saya ketika proses pengambilan data berupa arahan prosedural dan dukungan alat penelitian;
- 7) Seluruh karyawan *Department Recovery Boiler & Vacuum Evaporator*, PT. OKI Pulp and Paper Mill;
- 8) Dhito Feryansyah, Dia Pribadi Lugito dan Imam Wahyudi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu saya, dan memberikan semangat yang sangat luar biasa, disaat saya merasa sulit dalam menyelesaikan tugas akhir.

- 9) Teman-teman TPP angkatan 2018 khususnya OKI Squad 2018 yang selalu memberikan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini;

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Saya berharap juga semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Bekasi, 12 Juli 2022

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Gamal Kalifatullah  
NIM : 012.18.0236  
Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas  
Fakultas : Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sains Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS PENGARUH *ASH CONTENT* TERHADAP PENENTUAN *STICKY TEMPERATURE* DAN *FIRST MELTING TEMPERATURE RECOVERY BOILER*”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pagkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi  
Pada Tanggal : 12 Juli 2022  
Yang menyatakan



Muhamad Gamal Kalifatullah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Manfaat Penelitian .....	3
I.5 Hipotesis .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Recovery Boiler .....	6
2.1.1 Combustion Air .....	6
2.1.1.1 <i>Primary Air Fan</i> .....	7
2.1.1.2 <i>Secondary Air Fan/ DNCG Air</i> .....	7
2.1.1.3 <i>Tertiary Air Fan</i> .....	8
2.1.2 Water System .....	9
2.1.2.1 <i>Feed Water Tank (FWT)</i> .....	9
2.1.2.2 <i>Economizer 1 &amp; 2</i> .....	10
2.1.2.3 <i>Boiler bank</i> .....	10
2.1.3 Steam Sytem .....	10
2.1.3.1 <i>Steam Drum</i> .....	10
2.1.3.2 <i>Superheater &amp; Desuperheater</i> .....	11
2.1.4 <i>Black Liquor System</i> .....	11



2.1.4.1 <i>Furnace</i> .....	11
2.1.4.2 <i>Spray Gun</i> .....	11
2.1.4.3 <i>Dissolving Tank</i> .....	12
2.1.5 Ash and Gas Hanling .....	12
2.1.5.1 <i>Electrostatic Precipitator</i> .....	13
2.1.5.2 <i>Sootblower Sistem</i> .....	13
2.2 Perpindahan panas .....	14
2.3 Mekanika Fluida .....	17
2.4 Black Liquor Combustion Pada Recovery Boiler .....	19
2.5 Deposit Recovery Boiler .....	21
2.5.1 Komposisi Deposit .....	23
2.6 Komposisi Carryover .....	24
2.6.1 <i>Carryover Chemistry</i> .....	25
2.7 Karakteristik Carryover Deposit .....	26
2.7.1 Sifat Panas .....	26
2.7.2 Kandungan Liquid .....	27
2.7.3 Stickiness .....	27
2.8 Indikasi <i>Carryover</i> .....	28
2.9 Peneliti Terdahulu .....	28
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	31
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	31
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	31
3.2.1 Alat Penelitian .....	31
3.2.2 Bahan Penelitian .....	32
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	32
3.6 Instrumentasi Penelitian .....	33
3.6 Teknik Pengambilan Sampel .....	33
3.5 Metode Analisis Data .....	33
3.7 Rancangan Penelitian .....	34
3.7.1 Variabel Penelitian .....	35
3.7 Diagram Alir .....	37
3.8 Deskripsi Proses .....	38
3.9 Deskripsi Proses Pengecekan Sampel .....	38

3.9.1 CO <sub>3</sub> (Titrimetry) .....	38
3.9.2 Cl .....	39
3.9.3 Na & K .....	39
3.9.4 Total Solid (TS) .....	39
3.9.5 SO <sub>4</sub> .....	39
3.10 Deskripsi Proses Perhitungan Data.....	40
3.11 Cara menentukan titik sticky temperature dan first melting temperature... 41	
3.11.1 Cara menentukan titik <i>sticky temperature</i> .....	41
3.11.2 Cara menentukan first melting temperature .....	42
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Hasil Pengujian <i>Ash Content</i> .....	43
4.1.1 Hasil Pengujian Kalium dan Chloride .....	44
4.1.2 Hasil Pengujian Natrium (Na) .....	47
4.1.3 Hasil Pengujian Sulfat (SO <sub>4</sub> ) .....	48
4.1.4 Hasil Pengujian Carbonat (CO <sub>3</sub> ) .....	50
4.2 <i>Sticky Temperature</i> .....	51
4.3 <i>First Melting Temperature</i> .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Air Combustion.....	6
Gambar 2. 2 Primary Air Fan .....	7
Gambar 2. 3 Secondary Air Fan.....	8
Gambar 2. 4 Tertiery Air Fan.....	9
Gambar 2. 5 Feed Water Tank .....	10
Gambar 2. 6 Spray Gun .....	11
Gambar 2. 7 Dissolving Tank.....	12
Gambar 2. 8 Electrostatic Precipitator .....	13
Gambar 2. 9 Sootblower .....	14
Gambar 2. 10 Sketsa Aliran Panas Konduksi (Rachmat Subagyo, 2016) .....	15
Gambar 2. 11 Ilustrasi Perpindahan Panas Konveksi.....	16
Gambar 2. 12 Ilustrasi Perpindahan Panas Radiasi.....	17
Gambar 2. 13 Grafik hubungan tekanan dengan kecepatan.....	18
Gambar 2. 14 Tahapan Pembarakan Black Liquor .....	20
Gambar 2. 15 Sistem Recovery Boiler (Sumber: Docplayer.Info) .....	22
Gambar 2. 16 Komposisi (Wt%) Deposit Pada Area Boiler .....	23
Gambar 2. 17 Komposisi Carryover .....	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 3. 2 Countour map sticky temperature.....	41
Gambar 3. 3 Counter map first melting temperature .....	42
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Kalium .....	44
Gambar 4. 2 Grafik pengujian klorida .....	45
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Natrium .....	47
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Sulfate Content .....	49
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Carbonat CO <sub>3</sub> .....	50
Gambar 4. 6 Countour Map Sticky Temperature .....	52
Gambar 4. 7 Pengaruh Chloride dan Potassium Terhadap Sticky .....	57
Gambar 4. 8 Countour Map First Melting Temperature .....	58
Gambar 4. 9 Pengaruh Chloride dan Carbonat Terhadap First Melting Temperature .....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2 1 Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabel 3. 1 Alat Penelitian .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabel 3. 2 Bahan Penelitian.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabel 3. 3 Variabel Penelitian .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Ash Content .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4. 2 Data Mol Cl/(K+Na), K/(K+Na) dan Sticky Temperature.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabel 4. 3 Data Flue Gas .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabel 4. 4 Data Mol K/(K+Na), CO<sub>2</sub>-, dan First Melting Temperature.....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR PERSAMAAN

<b>Persamaan 1 Prinsip Dasar Recovery Boiler.....</b>	<b>6</b>
<b>Persamaan 2 Perhitungan Uji SO<sub>4</sub> .....</b>	<b>31</b>
<b>Persamaan 3 Perhitungan Uji CO<sub>3</sub>.....</b>	<b>31</b>
<b>Persamaan 4 Perhitungan Uji Total Solid .....</b>	<b>32</b>
<b>Persamaan 5 Perhitungan Mole% Cl/(K+Na).....</b>	<b>32</b>
<b>Persamaan 6 Perhitungan Mole% K/(K+Na).....</b>	<b>32</b>
<b>Persamaan 7 Perhitungan Mole% CO<sub>3</sub>2-/(Na<sub>2</sub>+K<sub>2</sub>) .....</b>	<b>32</b>